

## **COMPARACIÓN DE LAS TRANSMITANCIAS DE POLICARBONATOS Y VIDRIO**

D. Perelló y A. Fasulo  
Laboratorio de Energía Solar, Universidad Nacional de San Luis.  
Chacabuco y Pedertera, C.P. 5700 - San Luis  
e-mail: perello@unsl.edu.ar

**RESUMEN:** Se evalúa la transmitancia del policarbonato alveolar en función del ángulo de incidencia de la radiación solar y se la compara con la del vidrio. Se diseña y construye un dispositivo adecuado para operar placas del material bajo radiación solar. Se analizan las direcciones de los nervios de refuerzos en el caso del policarbonato. Se mide la transmitancia para la radiación global y difusa. Se evalúan tres espesores de policarbonato para una, dos y tres cubiertas en forma simultánea. Se cuantifica la mayor transmitancia del vidrio con relación a los policarbonatos, en las situaciones experimentadas. Se presentan esquemas, fotografía del equipamiento usado y los resultados en tabla y gráficas.

**Palabras clave:** transmitancia de la radiación solar, materiales, colectores, edificios.

### **INTRODUCCIÓN:**

El creciente uso de nuevos materiales en la construcción ha permitido incursionar en nuevos diseños de las viviendas y construcciones para diversos usos. No siempre han sido suficientemente estudiados y evaluadas las consecuencias de estos nuevos elementos. Nos encontramos que en algunas construcciones se colocan cerramientos de policarbonato sin hacer un análisis de los períodos de uso de los recintos, con la consecuencia en algunos casos de provocar efectos totalmente contrarios a los deseados. En este trabajo se pretende evaluar las transmitancias del policarbonato en función de los ángulos y dirección de los nervios de refuerzos que posee el policarbonato alveolar y encontrar las mejores opciones en la colocación del mismo y conocer como influye en los niveles de iluminación e ingreso de energía para poder predecir sus efectos sobre el confort. También se evalúa la transmitancia de una dos y tres cubiertas de policarbonato para su uso en colectores solares.

Las superficies semi transparentes permitirán en mayor o menor medida el paso de energía en relación directa con su transmitancia, absorbancia y reflectancia, estas tres, sobre todo la reflectancia, dependen del ángulo con que incida la radiación. En el caso del policarbonato alveolar la transmitancia tiene una fuerte dependencia con la cantidad de nervios de refuerzo que intercepten al rayo incidente, lógicamente esto es variable durante el día y las épocas del año. Pero también hay una componente a tener en cuenta que es la orientación que tengan las nervaduras, es decir este - oeste o norte - sur, así como el espesor del policarbonato ya que cuando menor sea el espesor de este, más nervios interceptarán a la radiación directa.

Para algunas inclinaciones y orientación de las nervaduras, tenemos mayor ingreso de energía por radiación al recinto en las horas de mayor radiación, esto que puede ser beneficioso en la época invernal se puede transformar en un verdadero problema en la época de verano. Además la baja transmitancia del policarbonato en el IR hace que produzca efecto invernadero y esto tiene consecuencias en el confort.

Estas características son adecuadas también para su uso en cubierta de colectores. Este material es usado en nuestro laboratorio desde hace un tiempo en la construcción de colectores solares (Torres et al 1996), (Fasulo et al 1998), (Fasulo et al 1999).

### **OBJETIVOS**

Por lo dicho, nos proponemos los siguientes objetivos:

- a) Determinar la transmitancia de la radiación solar global de planchas de policarbonatos de distintos espesores, en función del ángulo de incidencia de la radiación y orientación de las nervaduras y en comparación con una placa de vidrio.
- b) Determinar el efecto sobre la transmitancia cuando se superponen dos o tres placas a unos pocos centímetros de distancia.
- c) Determinar el efecto sobre la transmitancia de la radiación difusa.

### **DISPOSITIVO EXPERIMENTAL**

Para medir la transmitancia de las planchas de policarbonato a la radiación solar global, se diseñó un mecanismo que nos permita modificar el ángulo de incidencia,  $\theta$ , de la radiación solar directa sobre las distintas cubiertas a evaluar. Además que permita seguir la trayectoria del sol para mantener en un valor constante la radiación durante la medida. En la figura 1 vemos el diagrama de los ángulos.

Este mecanismo, permite modificarlo, manteniendo permanentemente durante la medida  $\gamma = \Psi$ . Así podemos medir la radiación transmitida por las cubiertas con ángulos de incidencia crecientes desde  $0^\circ$  a  $70^\circ$ .

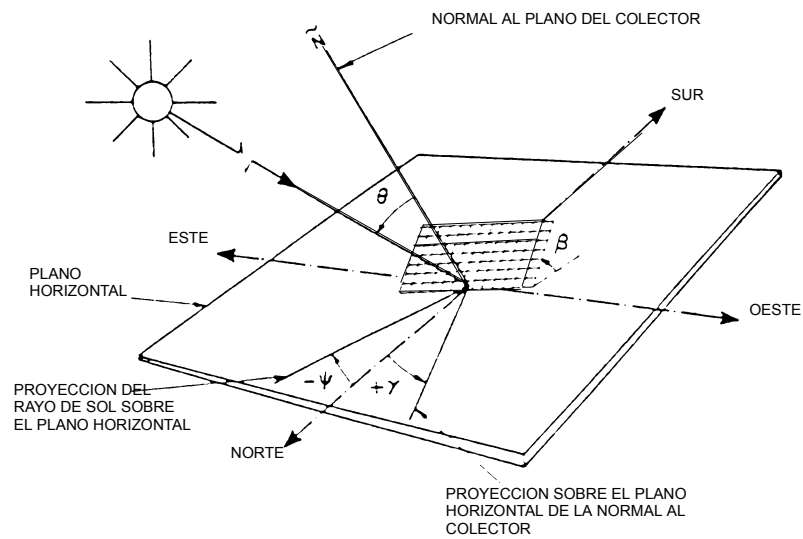


Fig 1

Esquema de los ángulos que se modifican durante la experiencia.

En la figura 2 podemos ver un esquema del dispositivo donde se muestran las guías en U, la posición del solarímetro y los ejes de rotación.

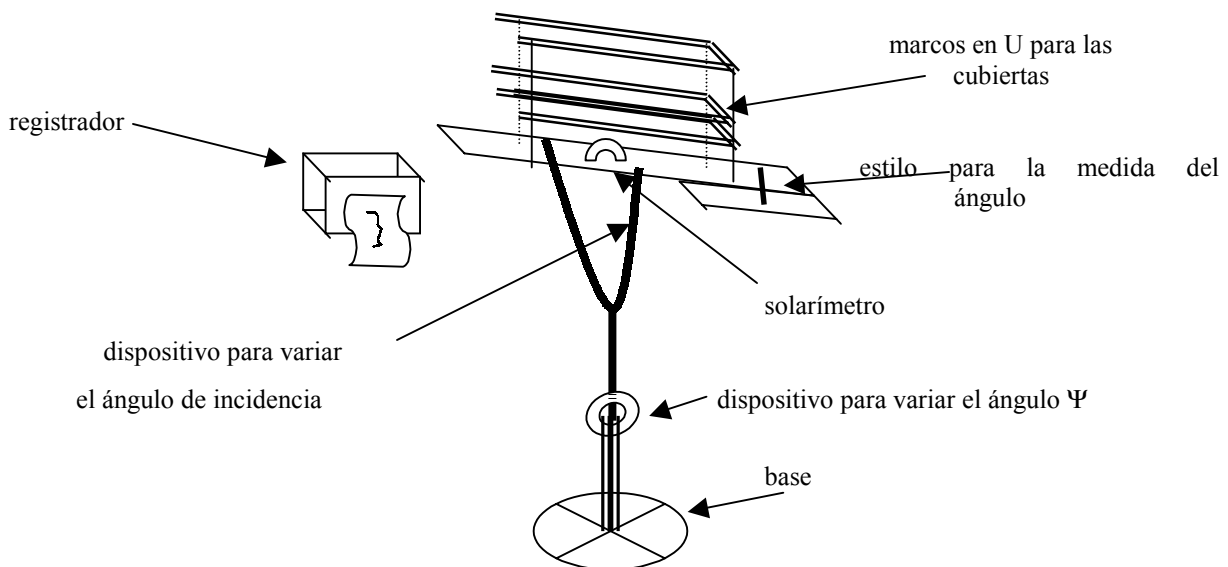


FIG. 2

Esquema del equipo de medición

Una guía en forma de U, nos permiten introducir y remover fácilmente las cubiertas, estas entran en forma de guillotina asegurando que siempre queden en la misma posición. La Fig. 3 muestra una fotografía del equipo de medición en operación sin las cubiertas.

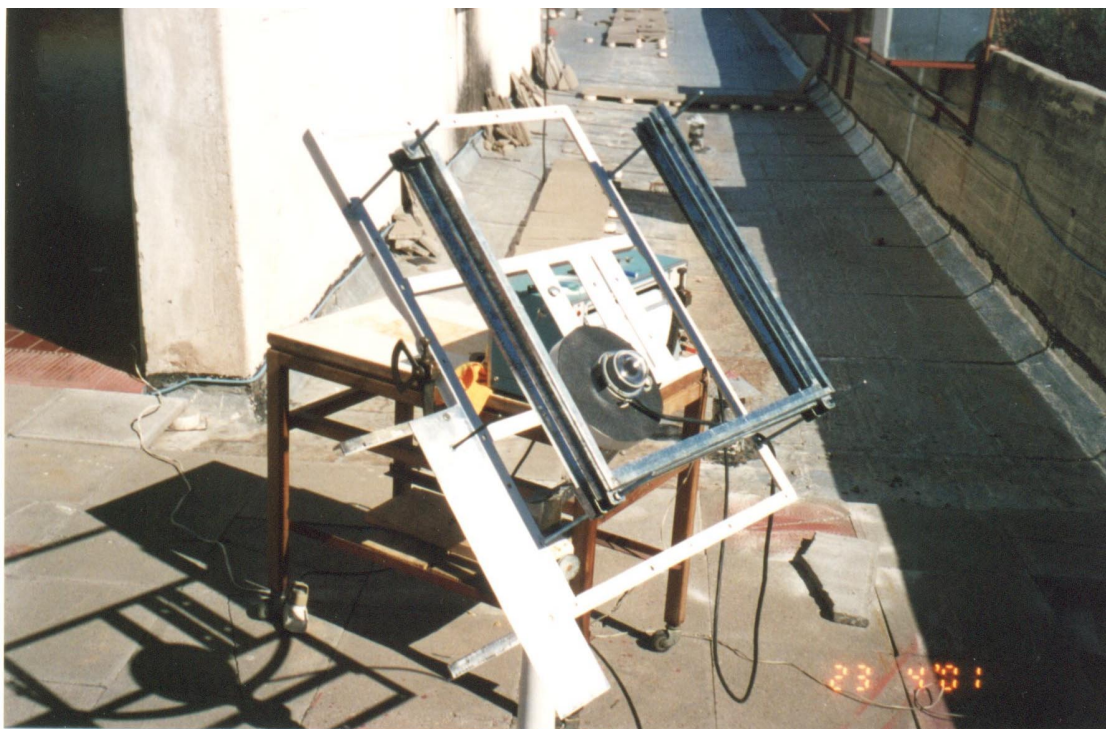


Fig. 3  
Fotografía del equipo de medición

Se uso, para medir la radiación solar global incidente, un solarímetro KIPP & ZONEN, este solarímetro fue dispuesto de forma tal que siempre estuviese paralelo a la superficie de las cubiertas y asegurando que la radiación que le llega, es solamente la transmitida por las cubiertas.

### PROCEDIMIENTO

Se realizaron medidas de radiación sin cubierta, para normalizar todas las medidas a la radiación solar global instantánea en el momento de cada medida, este valor fue normalizado a 100% en cada caso.

La secuencia de medidas consistió en: medir la radiación sin cubierta, con cubierta y repetir la medida sin cubierta, para asegurar que, a pesar de estar siempre trabajando en cercanías del medio día solar, la radiación no variara significativamente, de ocurrir esto se repitió la medida. Se realizaron las medidas con vidrio de 5 mm y policarbonato alveolar de 4, 6 y 8 mm (por ser los espesores mas comúnmente usados), para los distintos ángulos de incidencia. Cada uno de estos valores son referidos en la grafica 1 como valores porcentuales de los valores obtenidos sin cubierta.

En el caso del policarbonato, por las nervaduras, no hay simetría como en el vidrio, por lo tanto debemos evaluarlo en ambas configuraciones. Como estas medidas fueron realizadas en las dos direcciones de las nervaduras, podemos de esta forma estimar el comportamiento durante la mayor parte del día.

El ángulo de incidencia se varió en incrementos de  $5^\circ$  entre cero y  $70^\circ$ . Se llegaron con las medidas, solo hasta los  $70^\circ$  por la complicación experimental de hacer medidas con ángulos superiores, asegurando que no hay radiación que llega al medidor (solarímetro en nuestro caso) sin pasar por las cubiertas.

En la Grafica 1 se muestran los resultados comparativos de las transmitancias de 1, 2 y 3 cubiertas de vidrio y policarbonatos para todos los ángulos evaluados con las nervaduras del policarbonato en la dirección NORTE - SUR.

También se realizaron medidas de transmitancias a la radiación difusa, los valores obtenidos se muestran en la tabla 1. Para hacer estas medidas se hizo un nublado artificial con una lámina difusora, la cual permite el paso de la radiación simulando un día nublado e igual para todas las cubiertas. Se observa que no hay diferencias en las transmitancias a la radiación difusa y los cambios observados en el caso de la radiación global se deben a la radiación directa.

NUBLADO	100
Vidrio-1placa	86,27
Vidrio-2placas	74,51
P4-1placa(NS)	86,27
P4-2placas(NS)	74,51
P4-1placa(EO)	86,27
P4-2placas(EO)	74,51
P6-1placa(NS)	86,27
P6-2placas(NS)	74,51
P6-1placa(EO)	86,27
P6-2placas(EO)	74,51
P8-1placa(NS)	84,31
P8-2placas(NS)	74,51
P8-1placa(EO)	86,27

Tabla 1

Valores porcentuales de transmitancias de la radiación difusa, para vidrios y policarbonatos, para 1 y 2 placas superpuestas según se indica en cada caso.

P4-policarbonato de 4 mm de espesor, P6 – 6 mm y P8 – 8 mm

NS – dirección norte sur de los nervios de refuerzo del policarbonato alveolar

EO – dirección este oeste de los nervios de refuerzo del policarbonato alveolar.

En la gráfica vemos tres grupos de curvas, cada uno según el número de cubiertas superpuestas: una, dos y tres. En todos los casos la correspondiente al vidrio se encuentra en la parte superior del grupo. Los grupos se distinguen claramente para ángulos chicos, menores de 30° y tienden a mezclarse, para ángulos grandes, debido a que las transmitancias de los policarbonatos caen algo más que la de los vidrios.

Como las medidas se han realizado en distintos días, con la consiguiente variación en los niveles de radiación, se han normalizado estas a un porcentaje de 100 correspondiente al registrado sin cubierta para poder compararlas entre si.

Las pequeñas variaciones observadas en las mediciones, están dentro de los errores experimentales.

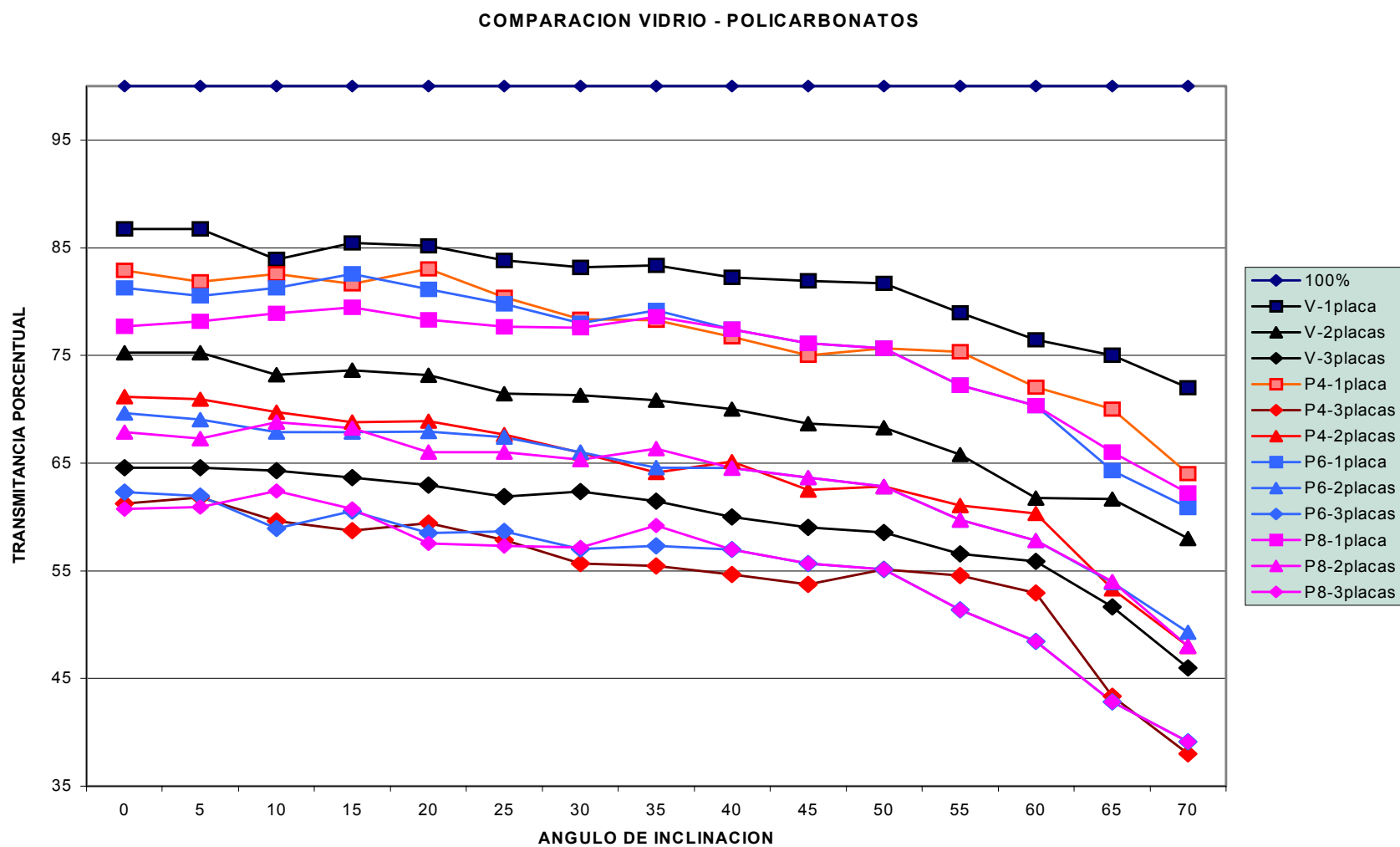
## CONCLUSIONES:

El policarbonato alveolar, tiene para cualquier inclinación menor transmitancia que el vidrio. Se produce una mayor atenuación porcentual, con respecto al vidrio, en la transmitancia a medida que aumentamos el ángulo de incidencia de la radiación.

Son similares las transmitancias de los tres espesores evaluados.

En la transmitancia de la radiación difusa, no se observan diferencias con el espesor de las placas ni con la orientación de las nervaduras.

A pesar de la menor transmitancia del policarbonato a la radiación solar que el vidrio, se presenta como una alternativa válida, sobre todo en el uso en colectores solares, ya que su menor peso y mayor resistencia al impacto contrarrestan las pequeñas desventajas observadas. Se prevé realizar pruebas para evaluar el comportamiento del policarbonato como productor de efecto invernadero, con esto se tendrá una mejor idea de la conveniencia o no de aplicarlo, tanto en colectores solares como en recintos donde la época de uso sea mayoritariamente en invierno (caso de escuelas). El paso siguiente es el estudio de las reflexiones en función del ángulo de incidencia de la radiación en el policarbonato.



GRAFICA 1  
Se muestran las transmitancias porcentuales para distintos espesores de policarbonatos (4,6 y 8 mm) y vidrio.  
Para una, dos y tres cubiertas superpuestas respectivamente.

## REFERENCIAS

- Torres M., Follari J, Fasulo A. (1996) Análisis Térmico Comparativo Entre Colectores Planos con Cubierta de Vidrio y de Policarbonato.- Actas de la 19ª Reunión de ASADES
- A.Fasulo, D.Perelló and J. Follari. (1998) Comparison Against Solar Collector Accumulator With Semi-Transparent Insulation and Conventional.- Book of Proceedings EURO SUN 98.
- A. Fasulo, D. Perelló and J. Follari.A. (1998) Solar Heater Water Reservoir for Domestic Use.- RENEWABLE ENERGY, (WREC V) Part 1
- A. Fasulo and J. Follari. (1999) Comparison Between a Simple Solar Collector Accumulator and a Conventional Accumulator.- Book of Proceedings ISSSES 1999 SOLAR WORLD CONGRESS, Jerusalén, Israel
- Aden B. Meinel and Marjorie P. Meinel (1977) Applied Solar Energy. Addison-Wesley Publishing Company.
- John A. Duffie and William A. Beckman (1991) Solar Engineering of Thermal Processes, John Wiley and Sons, Inc.

**ABSTRAC:** The transmittancia of the alveolar polycarbonate is evaluated in function of the angle of incidence of the solar radiation and it compares it to him with that of the glass. It is designed and it builds an appropriate device to experience the surfaces of the material with solar radiation. The addresses of the nerves of reinforcements are analyzed in the case of the polycarbonate. The transmittancia is measured for the global and diffuse radiation. Three polycarbonate thickness are evaluated for one, two, and three surfaces. The biggest transmittancia in the glass is quantified with relationship to the polycarbonate, in the experienced situations. Diagram and photograph are presented of the used equipment and the results in table and graphic.

**Keywords:** solar radiation, material, collectors, building.